

D4 B1

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

H01S 3/18

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98122371.0

[43]公开日 1999 年 6 月 2 日

[11]公开号 CN 1218319A

[22]申请日 98.11.26 [21]申请号 98122371.0

[30]优先权

[32]97.11.26 [33]JP [31]324768/97

[71]申请人 三井化学株式会社

地址 日本东京都

[72]发明人 内藤由美 大枝靖雄 藤本毅

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

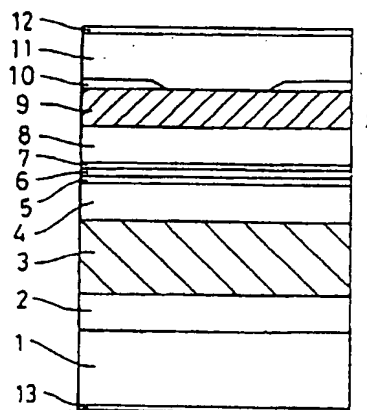
代理人 沈昭坤

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 半导体激光器

[57]摘要

光导层形分别形成在有源层的两个表面上,其光导层具有比有源层的带隙宽的带隙,分别形成 n 型包层和 p 型包层,从而将有源层和光导层夹在它们之间,包层的带隙比光导层的带隙宽,载流子阻挡层分别形成在有源层和光导层之间,载流子阻挡层的带隙比有源层和光导层的带隙宽。p 型包层的折射率比 n 型包层的折射率低。采用这种结构,由于自由载流子吸收减小,以及半导体激光器的电阻和热阻减小,使得内部损耗限制到较低的值,结果提高了激光器的效率和输出功率。



ISSN 1008-4274

说明书

半导体激光器

本发明涉及一种能够以高效率以及高输出功率工作的半导体激光器，这种半导体激光器适于在通信、印刷、激光医学治疗、激光束加工削等领域中使用。

为了增大半导体激光器的输出功率，本申请的申请人建议了一种带有载流子阻挡层的半导体激光器，所述载流子阻挡层在有源层的两侧上具有较宽的带隙，并且厚度较薄，由此增加了设计形成在载流子阻挡层的外面的包层带隙的自由度(参见 WO 93/16513)。

在这种结构下，载流子阻挡层具有有效地将注入的载流子限制在有源层之内，并且载流子阻挡层形成为较薄的形状的功能，从而有源层中产生的光可以穿过载流子阻挡层，并容易地泄漏到设置在外面的光导层。因此，可避免由于激光在半导体激光器中的发射小平面上的定位而产生的灾难性的光学损害，并提升小平面断裂值，结果是可实现以高输出功率工作。

为了制造更高效率的半导体激光器，减小损耗很重要，这些损耗中，内部损耗在很大程度上依赖于自由载流子吸收。在这个自由载流子吸收中，P型层比n型层关系更大在使用GaAs的情况下，例如，自由载流子吸收系数 $\alpha_{fc}(\text{cm}^{-1})$ 表示为如下所示公式(1)(见 Ryoichi ITO 和 Michiharu NAKAMURA 编的《半导体激光器基础及应用》，第85页)，

$$\alpha_{fc} = 3 \times 10^{-18} \cdot n + 7 \times 10^{-18} \cdot p \quad (1)$$

其中n指n型载流子的浓度，而P指P型载流子的浓度。从公式(1)显见，自由载流子吸收系数 α_{fc} 和载流子的浓度成正比，并且P型层在自由载流子吸收中是n型层的两倍或更多。

为了制造具有更高效率和更高输出功率的半导体激光器，将器件的电阻和热阻限制在较低的值是重要的。当电阻较高时，能量转换效率因为产生焦耳热等原因而降低。另外，由于器件的温度升高，因此阈电流增加，而输出功率因为热饱和而减小。

本发明的一个目的是通过减小自由载流子吸收，从而将内部损耗限制在较低的值而提供一种半导体激光器。

本发明的另一个目的是通过减小器件的电阻和热阻，提供一种具有高效率和高输出高输出功率的半导体激光器。

本发明提供了一种包括多个顺序形成的层的半导体激光器，包括：

第一包层，

第一光导层，

第一载流子阻挡层，

有源层，

第二载流子阻挡层，

第二光导层，

第二包层，

第一和第二光导层的带隙比有源层的带隙宽，

第一和第二包层的带隙比第一和第二光导层的带隙宽，

第一和第二载流子阻挡层的带隙比第一和第二光导层的带隙宽，

第一和第二包层之为 P 型，另一个为 n 型，

其中 P 型包层的折射率比 n 型包层的折射率低。

根据本发明，P 型包层如此制作，从而它具有比 n 型包层更低的反射率，由此，波导模式被推出至具有较高折射率的 n 型包层一侧。因此，可能减小光在 P 型包层以及与其相邻的光导层(它们在自由载流子吸收方面比 n 型层更有关系)处的分布量。

另外，在本发明中，P 型包层的厚度最好小于 n 型包层的厚度。

根据本发明，P 型包层较薄，由此 P 型包层本身的电阻减小。通常，P 型包层的电阻高于 n 型层的电阻，而包层可能是所有构成半导体激光器的层中最厚的，从而 P 型包层的电阻构成总电阻中最大的部分。由此，通过减小 P 型包层的电阻可以大大地减小总电阻。另外，由于焦耳热的产生量也减少了，故防止了整个器件中温度的升高，并提高了能量的转换效率。另外，还增加了受热饱和限制的最大输出功率。相应地，可以实现具有高效率和高输出功率的半导体激光器。

另外，P 型包层较薄，由此，P 型包层本身的热阻也减小。通常，在半导体激光器中，各层形成在 n 型衬底上，并为了提高热辐射效率而通过接点附着，从而形成在 P 型层一侧的层附着在管座上。在 P 型层附着在管座上的情况下，有源层中产生的热量通过具有低热阻的 P 型层流出到管座上，结果热量被平缓地辐

射，而可以防止整个器件的温度升高。

还有，P型包层形成为较薄的形状，由此缩短了顶面和有源层之间的距离。因此，在窗口或条纹结构通过离子注入等方式埋入的情形下，降低了离子注入的加速电压，并可以减小对激光器的损害。结果，提高了半导体激光器的可靠性和输出功率。

通过下面参照附图的详细描述，本发明的其它及进一步的目的、特点和优点将更为明白，这些附图是：

图1是示出本发明的一个实施例的图；

图2是示出该实施例和参考例的波导模式的曲线图；

图3是示出实施例和参考例的电阻的曲线图；

图4是示出实施例和参考例的热阻的曲线图。

现在参照附图，描述本发明的较佳实施例。

图1是示出本发明的一个实施例的图。在该半导体激光器中，通过使用MOCVD(金属有机化学气相淀积)等方法，在由n-GaAs衬底1上依次形成由n-GaAs制成的缓冲层2(厚度 $t=0.5\mu\text{m}$)、由n-AlGaAs(Al的组分比 $x=0.38$ ，折射率 $N_n=3.354$, $t=1.1\mu\text{m}$)制成的n型包层3、由n-AlGaAs($x=0.2$, $t=0.5\mu\text{m}$)制成的光导层、由n-AlGaAs5($x=0.5$, $t=0.02\mu\text{m}$)制成的载流子阻挡层、由不掺杂的InGaAs1阱层(In的组分比 $y=0.2$, $t=0.008\mu\text{m}$)/不掺杂的AlGaAs阻挡层(Al的组分比 $x=0.2$, $t=0.006\mu\text{m}$)构成的双量子阱有源层6、由p-AlGaAs($x=0.5$, $t=0.02\mu\text{m}$)制成的载体阻挡层7、由p-AlGaAs8($x=0.2$, $t=0.5\mu\text{m}$)制成的光导层、由p-AlGaAs($x=0.7$ ，折射率 $N_p=3.166$, $t=0.5\mu\text{m}$)制成的p型包层、由n-GaAs制成的电流阻挡层10($t=0.3\mu\text{m}$)，该阻挡层具有条状的窗口、和由p-GaAs制成的接触层11($t=1\mu\text{m}$)。在衬底1的底面和接触层11的顶面上分别形成电极13、12。

AlGaAs型的材料具有随Al组分增加带隙变宽的倾向。在这个实施例中，光导层4、8的带隙比有源层6的带隙宽，包层3、9的带隙比光导层4、8的带隙宽，而载流子阻挡层5、7的带隙比光导层4、8的带隙宽。

下面，将描述半导体激光器的工作。当将正偏置电压施加给接触层11的电极12，并将负偏置电压施加给衬底1的电极13时，电流从接触层11流到衬底1，并只穿过未形成电流阻挡层10的区域，即穿过条状窗口，由此增加了电流密度。

电流作为载流子注入有源层6，然后，载流子复合以发射光。另外，当电流

的注入量增加时, 开始有感应(induced)发射, 最后在沿图 1 纸面的竖直方向构成光谐振器的小平面之间发生激光振荡。激光分布在设置在有源层 6 的两面上的光导层 4、8 和包层 3、9 上, 然后被引导。另一方面, 有源层 6 中的载流子由于载流子阻挡层 5、7 的存在而被限制在有源层中, 从而提高了复合效率。

下面, 将为比较的目的描述参考例。参考例的半导体激光器根据图 1 的实施例形成, 而 n 型包层 3 的折射率和厚度和 p 型的包层 9 的一致, 其中折射率为 3.354, 而厚度 t 为 $1.1\mu\text{m}$ 。

图 2 是示出实施例和参考例的波导的模式曲线图。横轴表示相对于有源层 6 的沿层厚方向的位置(单位: μm), 竖轴表示光的强度(任意单位, 线性)。从该曲线图中虽然看出, 在实施例中(用实线示出), 形成 p 型包层, 从而其折射率低于 n 型包层的折射率, 因此当和参考例(用虚线示出)比较时, 实施例的波导模式被整个地推出至 n 型层的一侧(负侧)。这种结构减小了波导模式在 p 型光导层和 p 型包层处的分布量, 因此可以减小因自由载流子吸收而导致的内部损耗。

这里的实施例示出了当 n 型包层 3 的折射率和厚度都不同于 p 型包层 9 时的情况。但是, 即使当包层具有相同的厚度和相互不同的折射率, 波导模式将由图 2 的同一实线示出, 并且 p 型光导层和 p 型包层处的自由载流子吸收能够以同样的方式减小。

图 3 是示出实施例和参考例的电阻的曲线图, 其中竖轴表示电阻(Ω), 而图 1 中所示的层的顺序被颠倒过来。从该曲线图中显然可以看到, 在构成半导体激光器的各层之中, p 型包层具有最高的电阻。另外, 可以看到, 在这个实施例中, p 型包层如此制作, 从而其厚度比 n 型包层薄, 因此, 和参考例相比, p 型包层的电阻可以减小至大约 60%, 因而也能在很大程度上减小整个电阻。

图 4 是示出实施例和参考例的热阻的曲线图, 其中竖轴表示热阻(K/W)的值, 而图 1 所示的层的顺序被颠倒过来。从该曲线图中显然可以看到, 在构成半导体激光器的各层之中, p 型包层和 n 型包层具有非常高的热阻。另外, 可以看到, 在实施例中, p 型包层如此制作, 从而其厚度比 n 型包层的厚度小, 因此和参考例相比, p 型包层的热阻可以减小至大约 40%, 因而也能在很大程度上减小整个热阻。尤其, 在通过结合安装半导体激光器的情况下, 因为有源层的 p 型层一侧的热阻减小, 故实施例将是有利的。

本发明可以以其它具体的形式实施, 而不背离本发明的主旨或主要特征。故

要从各个方面考虑本实施例为说明性的而非限制性的，本发明的范围由所附的权利要求限定，而不由上述的描述限定，并且打算把在权利要求的等价物的含意和范围内所有变化包含在这里。

说明书附图

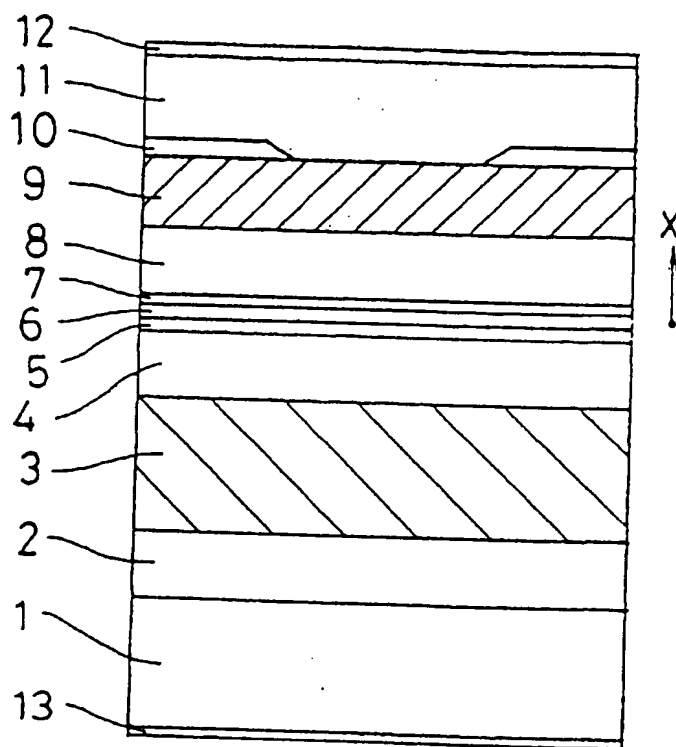


图 1